

氏名 曹 基 亮

授与した学位 博 士

専攻分野の名称 工 学

学位授与番号 博乙第3709号

学位授与の日付 平成14年 3月25日

学位授与の要件 博士の学位論文提出者

(学位規則第4条第2項該当)

学位論文の題目 最適化アルゴリズムによる超音波トランスジューサの最適指向性
合成に関する研究

論文審査委員 教授 古賀 隆治 教授 森川 良孝 教授 加川 幸雄

学位論文内容の要旨

超音波トランスジューサは、その用途によりさまざまな特性が要求されるが、目的に合う最適の指向性を実現するための指向性合成は超音波トランスジューサの設計において重要な位置を占めている。近來には最適化アルゴリズムを用いて配列音源の重み分布を制御して超音波トランスジューサの指向性制御を行う手法が行われている。

最適化アルゴリズムには、これまでガウスの消去法に代表される直接法、LMS法、BFGS法、そしてDFP法などの様々な反復法が提案されているが、それぞれ最適解に至までの収束速度、収束過程における安定性、そして適応性などに特徴を有するため、最適化アルゴリズムの選択は、超音波トランスジューサの性能を左右する重要な要素になる。

本論文では、直接法および反復法を用いて指向性合成シミュレーションにより、そのアルゴリズムの有効性および問題点を確認し、問題点の原因と解決対策を講じる。また直接法と反復法のそれぞれの問題点を解決するために、まず直接法により目的の指向性に対する近似的な音源重み分布を計算し、それを初期値として反復法によって最適な音源重み分布を求める直接法と反復法を組み合わせた併用法を提案した。直接法と反復法を単独で用いた場合の指向性合成結果とを収束性、収束の安定性、そして適応性について比較することによって提案したアルゴリズムの有効性を示した。また、本論文では反復法を用いて指向性合成を行う場合に必要となる目的関数における勾配計算手法を検討した。解析的な計算法と差分近似法が指向性合成に及ぼす影響を収束性、適応性、そして安定性について比較した。

実用性を念頭にサイドロープレベルを -30dB 以下に制限した任意の半値角を持つ準理想ビーム、回転ビーム、そしてマルチビームについて各々のアルゴリズムを用いて指向性合成を行った結果、提案した直接法と準ニュートン法を組み合わせた併用法が超音波トランスジューサの指向性合成にこれまでの方法より有用なツールを提供するものと考えられる。また、反復法と併用法を用いて指向性合成を行うときに差分近似による勾配計算法が解析的な手法よりもっと効果的であることと考えられる。

超音波トランスジューサは、ソナー、魚群探知機、医療用の超音波診断装置、構造物の非破壊検査装置などとして代表される情報的应用、超音波加工機、超音波洗浄機、超音波モータなどに代表される動力的应用、そのほかに超音波治療器、駆除装置などいろいろな分野で幅広く使われている。超音波トランスジューサの設計においては、目的に合う最適の指向性合成が重要な課題である。

合成の最適化には、ガウス消去法に代表される直接法、LMS法、BFGS法、そしてDFP法などの様々な反復法が提案されているが、それぞれ最適解に至るまでの収束速度、収束過程における安定性、そして適応性等に特徴を有するため、最適化アルゴリズムの選択は、超音波トランスジューサの性能を左右する重要な要素である。

本研究では、音源の最適な重み分布を決定する逆問題としての指向性合成をこのような直接法および反復法を用いて目的の指向性を実現しようとするもので、指向性合成シミュレーションにより、そのアルゴリズムの有効性および問題点を確認し、問題点の原因と解決対策を論じた。

本論文で提案した直接法と準ニュートン法（DFP法、BFGS法）を組み合わせたアルゴリズムが超音波トランスジューサの指向性合成にこれまでの方法より有用なツールを提供すること、また、反復法と併用法を用いて指向性合成を行うときに差分近似による勾配計算法が解析的な手法よりもっと効果的であることを示した。

提出された博士論文の内容は以上のように、工学技術に関する論文として価値ある内容を含み、表現は簡潔にして要を得ている。従って、博士（工学）の論文として価値あるものと認める。